Opusc. Zool. Budapest., VI, 1, 1966

Feststellung der Gesamtmenge des Fallaubes in den Wäldern Ungarns

Von

G. GERE*

Herrn Professor Dr. Endre Dudich zum 70. Geburtstag gewidmet

Der Boden der Wälder wird von Jahr zu Jahr in großer Menge von verschiedenen abgestorbenen Stoffen pflanzlicher und tierischer Herkunft bedeckt. Die ersten bilden die von der Kraut-, Strauch- und Kronenschicht stammenden Blätter, pflanzliche Stengel-, Ast- und Rindenbruchstücke, Blüten- und Fruchtfragmente. Die letzteren bestehen aus Kadavern, Exkrementen und eventuellen sonstigen Produkten der Tiere (z. B. abgelegte Häute). Diese Stoffe sind von zwei Gesichtspunkten aus von besonderer Bedeutung. Einerseits bilden sie neben den Wurzelfaulstoffen den Nährstoffbestand der an Arten- und Individuenzahl gewöhnlich sehr reichen saprophagen Fauna und saprophytischen Flora des Bodens. Auf die saprophagen Lebewesen und ihre Produkte erbaut sich das ,,Nahrungsnetz" der verschiedensten Organismen. Andrerseits mineralisierten sich die erwähnten Stoffe, so werden sie zur Nährstoffquelle der grünen Pflanzen und bilden auf diese Weise die Grundlagen des sich ständig erneuernden Pflanzenlebens.

Wollen wir die sich in den Wäldern abspielenden produktionsbiologischen Prozesse untersuchen, so müssen wir uns natürlicherweise in erster Linie mit den quantitativen Verhältnissen der Nährstoffe vertraut machen. Ich selbst trachtete die Menge des in den verschiedenen Waldungen Ungarns aus der Strauch- und Kronenschicht jährlich auf den Boden gelangenden Fallaubes festzustellen. Das Fallaub stellt zwar nur die eine Komponente der oben aufgezählten abgestorbenen Stoffe dar, hinsichtlich der Bedeutung nimmt es jedoch zweifellos einen sehr wichtigen Platz ein. Meine Untersuchungen erstreckte ich in erster Linie auf solche Waldtypen, die sich in Ungarn einer weiteren Ausbreitung erfreuen, ferner auf solche, die zufolge ihrer außergewöhnlichen Verhältnisse zu wertvollen Beobachtungen Möglichkeit bieten. Die gewonnenen Angaben geben auch auf die Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes Aufschluß.

* Dr. GÉZA GERE, Egyetemi Állatrendszertani Tanszék (Institut für Tiersystematik der Universität), Budapest, VIII. Puskin u. 3.

Untersuchungsmethode

Um in die quantitativen Verhältnisse der Fallaubdecke Einsicht zu gewinnen, habe ich an verschiedenen Stellen des untersuchten Waldgebietes — 10 Aufnahmen im allgemeinen auf einer 25 × 25 cm großen Fläche — das Fallaub eingesammelt und gewogen. Meines Erachtens läßt sich auf Grund des durchschnittlichen Gewichts von zehn Proben über die quantitativen Verhältnisse des Fallaubes im Walde bereits ein Bild von annehmbarer Genauigkeit machen. Zur Erleichterung der Aufnahmen benutzte ich ein entsprechend großes Stahlquadrat mit 4—5 cm hoher Seitenwand und scharfen Rändern. Ich legte es auf das Fallaub, drückte es stark nieder, wodurch die Blätter des Fallaubes, die über das Quadrat reichten, entweder abgeschnitten wurden, oder es wurde ermöglicht sie wenigstens abzureissen. In Laubwäldern wurde das Fallaub des letzten Jahres vom älteren gesondert eingesammelt. Die Absonderung führte ich auf Grund der Art der Lage (Schichtung) des Fallaubes und des qualitativen Zustandes durch. In den Nadelwäldern vermochte ich die Absonderung des Fallaubes nach dem Alter nicht mit hinreichender Genauigkeit durchzuführen, die obersten, nicht gebrochenen Nadeln konnte ich immerhin auch hier gesondert aufnehmen und abwiegen.

Das eingesammelte Fallaub bereinigte ich im Laboratorium von den Erdresten, Astbruchstücken, den Blättern der Rasenschicht und von allen anderen möglichen fremden Stoffen. Restlos war dies nur durch die einzelweise vorgenommene Auswahl der Fallaubblätter durchführbar. Die außerordentlich lang dauernde Auswahl beschleunigte ich gewißermassen dadurch, daß ich die Proben mit dem alten Fallaub (die sich in den unteren Schichten befanden) durch ein Sieb von 3×3 mm Maschenweite durchsiebte. Die winzigen, durchgefallenen Fallaubbruchstücke können im allgemeinen wegen ihres geringen Gewichtes in den meisten Fällen unberücksichtigt bleiben. Bei einem Teil meiner aus Robinienwäldern gewonnenen Proben siebte ich diese Bruchstücke noch durch ein Sieb von je 2×2 mm Maschenweite durch und wog auch die auf diesem zurückgebliebenen Fallaubbruchstückchen ab. Das Fallaub der untersuchten Robinienwälder wird eben durch die große Menge dieser winzigen Bruchstücke gekennzeichnet. Zum Vergleich führte ich ein gleiches Verfahren auch mit je 2 Fallaubproben aus 2 anderen Laubwäldern durch. — Ein Sieb, das von der 3×3 mm Maschenweite abweicht, benützte ich zum Sieben der aus dem Fichtenwald und dem im Jahre 1952 am Hársbokor-Berg in einem Querceto-Potentilletum albae-Wald eingesammelten Fallaubproben. Die ersten siebte ich durch ein Sieb von 0,9 mm Maschenweite durch. Eines solchen engmaschigen Siebes bedurfte es bei diesen der winzigen Fichtennadeln wegen. Beim Sieben der letzteren Fallaubproben bediente ich mich eines Siebes mit 5×5 mm-Maschenweite. Dies war durch die nachher erfolgende Anwendung der Fallaubproben zu speziellen Versuchen begründet.

Nach der Auswahl trocknete ich das Fallaub bei Zimmertemperatur und wog es ab. Das Abwiegen erfolgte in lufttrockenem Zustand des Fallaubes. Auf einer kleinen Einzelprobe bestimmte ich — nach einer zweieinhalbstündiger Trocknung bei 104°C — den Wassergehalt des lufttrockenen Fallaubes und rechnete auf Grund dessen das Gewicht der Proben auf das absolute Trockengewicht um.

Die Aufnahmen geschahen im Frühjahr, im Spätfrühjahr. Von der Einsammlung des Fallaubes im Herbst habe ich Abstand genommen, da zu dieser Zeit

der Laubfall in den Eichenwäldern noch nicht vorbei und erst im Frühjahr beendet ist. Bei der Frühjahrssammlung muß berücksichtigt werden, daß das Fallaub von Herbst bis zum Frühjahr an Gewicht verliert, so ist die Fallaubmenge des letzteren Laubfalles am Boden nicht zu finden; diese Gewichtsabnahme kann jedoch vernachlässigt werden. Ich bemerkte nämlich — unter anderem in Einklang mit der Beobachtung von WITTICH (1943) —, daß das Fallaub des Herbstes im Laufe des Winters keine bedeutende Änderung erleidet und der Abbau erst im Frühjahr beachtenswert einsetzt.

Charakterisierung der untersuchten Wälder

In vorliegender Arbeit erörtere ich das Fallaub von 23 Wäldern, die ich untenstehend kurz charakterisiere. Die waldtypologischen Bestimmungen führten ZÓLYOMI, JAKUCS, HORÁNSZKY und KOMLÓDI durch, für die ich ihnen auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche. In der Typologie sind die zum Zeitpunkt der Aufnahmen gebränchlichen Benennungen angeführt.

Fagetum silvaticae hungaricum asperuletosum

a) Pilis-Gebirge, Szoplak. Ein 70 bis 80 Jahre alter Waldbestand in der Mulde zwischen Kis Szoplak und Nagy Szoplak. Das Grundgestein des Waldes besteht aus Kalkstein. Die Kronenschicht bildet an der Aufnahmestelle ausschließlich die Buche. Strauchschicht ist nicht zu finden. Im spärlichen Unterwuchs ist *Asperula odorata* auch nur in kleineren Flecken zu finden. Die Fallaubdecke scheint gleichmäßig zu sein.

Tabelle 1

Waldbestand	Absolutes Trockengewicht des frischen Fallaubes ha/kg	Absolutes Trockengewicht des alten Fallaubes ha/kg	Absolutes Trockengewicht des frischen + alten Fallaubes ha/kg
Fagetum silvaticae hung. asperuletosum, Szoplak	1912	1405	3317
Fagetum silvaticae hung. asperuletosum, Kis Szoplak	1350	1091	2441
Fagetum silvaticae subcarp. asperuletosum, Hosszúbérc	**2435**	**2786**	5221
Fagetum silvaticae subcarp. mercurialetosum, Hosszúbérc	**3158**	**2766**	5924
Fagetum silvaticae subcarp. caricetosum pilosae, Nagykőris	**1562**	**2387**	3949
Fagetum silvaticae hung. melicetosum, Kis Szoplak	**760**	**771**	1531
Fagetum silvaticae subcarp. melicetosum, Hosszúbérc	1744	**1235**	2979
Querceto-Carpinetum nudum, Bölcső-Berg	1827	1549	3376
Tilio-Fraxinetum matricum, Hársbokor-Berg	1306	866	2172

Waldbestand	Absolutes Trockengewicht des		
	frischen	alten	frischen + alten
	Fallaubes ha/kg		
Tilio-Fraxinetum matricum, Hosszúbérc	1118	627	1745
Querceto-Luzuletum, Bölcső-Berg	1139	1618	2757
Querceto-Potentilletum albae, Hársbokor-Berg (1952)	—	—	3899 *
Querceto-Potentilletum albae, Hársbokor-Berg (1953)	2374	—	—
Querceto-Potentilletum albae, Hársbokor-Berg (1954)	3160	2766	5926
Querceto-Lithospermetum, Bölcső-Berg	2117	1878	3995
Querceto-Lithospermetum, Umgebung von Szár	2592	2283	4875
Querceto-Lithospermetum, Vadaskert	2371	2611	4982
Querceto-Lithospermetum, Hársbokor-Berg	1883	2176	4059
Querceto-Cotinetum, Hársbokor-Berg	2784	3909	6693
Querceto-Ulmetum, Umgebung von Ócsa	1216	518	1734
Fraxineto oxicarpae-Alnetum hung., Umgebung von Ócsa	1366	155	1521
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Ócsa	1562	3822	5384
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Tápiószecső	2858	4592	7450
Gepflanzter *Picea excelsa*-Bestand, Jávorkút	2414**	5674**	8088** 8354***
Gepflanzter *Pinus nigra*-Bestand, Hármashatár-Berg	4917	8637	13 554

* Auf Grund von 20 Proben, ** auf Grund von 4 Proben, *** auf Grund von 10 Proben.

b) Pilis-Gebirge, Kis Szoplak. Ein etwa 80 Jahre alter Waldbestand auf dem nordöstlichen sanften Abhang von Kis Szoplak. Das Grundgestein besteht aus Kalkstein. Die Kronenschicht bildet an der Aufnahmestelle lediglich die Buche. Ohne Strauchschicht. Im Unterwuchs gedeiht massenhaft *Asperula odorata*.

Fagetum silvaticae subcarpaticum asperuletosum

Bükk-Gebirge, Hosszúbérc. Der etwa 80 Jahre alter Bestand liegt am nordöstlichen, sanften Abhang. Das Grundgestein des Waldes besteht aus Kalkstein. In der Kronenschicht befindet sich ausschließlich Buche. Die Strauchschicht fehlt völlig. Die Rasenschicht ist undicht, in grösserer Menge kann in Flecken lediglich *Asperula odorata* angetroffen werden. Die Fallaubschicht ist zusammenhängend und scheint ziemlich gleichmäßig zu sein.

Fagetum silvaticae subcarpaticum mercurialetosum

Bükk-Gebirge, Hosszúbérc. Ein etwa 80 Jahre alter Wald auf dem ein wenig steileren, nach NO exponierten Abhang, unter dem Berggipfel. Das Grundgestein besteht aus Kalkstein. Im Bereich sind mehrere hervorstehende Felsen, zerstreut gelegene Steine zu finden. In der Kronenschicht herrscht die Buche vor, doch gibt es auch mehrere Eschen *(Fraxinus excelsior)* auf der Aufnahmestelle, aber keine Strauchschicht. Im Unterwuchs bilden *Mercurialis perennis* und *Aegopodium podagraria* große, geschlossene Flecke. Auf eine größere Fläche bezogen, ist die Fallaubschicht nicht gleichmäßig; die steileren Abhänge bewirken, daß die Erosionskräfte das Fallaub stellenweise verschwinden lassen und an anderen Stellen zusammentragen. Die hervorstehenden Felsen und Steine fördern dies.

Fagetum silvaticae subcarpaticum caricetosum pilosae

Bükk-Gebirge, Nagykőris. Ein etwa 80 Jahre alter Bestand, auf dem südwestlichen Hang des Berges. Das Grundgestein besteht aus Kalkstein. An der Aufnahmestelle bildet die Kronenschicht fast ausschließlich die Buche. Die Strauchschicht fehlt. Um Unterwuchs bildet *Carex pilosa* einen zusammenhängenden, dichten Rasen. Sonstige Arten in verschwindend geringer Anzahl. Die Fallaubdecke ist scheinbar ziemlich gleichmäßig.

Fagetum silvaticae hungaricum melicetosum

Pilis-Gebirge, Kis Szoplak. Steht auf einem südöstlich exponierten steilen Abhang. Femelartig genützter Bestand, welcher den standörtlichen Verhältnissen nicht entspricht. In der Kronenschicht gibt es fast mehr Eschen als Buchen. Geringer Kronenschluß. Im Unterwuchs bildet *Melica uniflora* einen Rasen in Masse. Die Fallaubdecke ist ziemlich dünn, dem Anschein nach aber gleichmäßig.

Fagetum silvaticae subcarpaticum melicetosum

Bükk-Gebirge, Hosszúbérc. Der untersuchte Waldbestand zieht sich auf einem sanften Abhang in südwestlicher Richtung hin. Etwa 80 Jahre alt. Das Grundgestein besteht aus Kalkstein. Die Kronenschicht bildet die Buche, vermengt mit wenig Eschen *(Fraxinus excelsior)*. Der Wald ist durch Zwischenbenutzung gelichtet, mit geringem Kronenschluß. Eine Strauchschicht befand sich auf der Aufnahmestelle nicht. Der Unterwuchs bildet zum größten Teil der dichte Rasen von *Melica uniflora*. Das Fallaub scheint ziemlich gleichmäßig zu sein.

Tabelle 2

Waldbestand	Absolutes Trockengewicht des	
	abbruchigen	frischen + alten + abbruchigen
	Fallaubes ha/kg	
Fagetum silvesticae subcarp. asperuletosum, Hosszúbérc	382	5603
Querceto-Lithospermetum, Hársbokor-Berg	310	4369
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Ócsa	1363	6747
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Tápiószecső	2072	9522

Querceto-Carpinetum nudum

Pilis-Gebirge, Bölcső-Berg. Der Waldbestand in NO-Exposition befindet sich auf einem sanften Abhang, unmittelbar unter dem Berggipfel. Es ist ein ungefähr 60 Jahre alter Niederwald. Das Grundgestein besteht aus Andesittuff. In der Kronenschicht sind ausschließlich Weißbuchen *(Carpinus betulus)* zu finden. Strauchschicht gibt es sozusagen nicht und auch die Rasenschicht fehlt fast völlig.

Tilio-Fraxinetum matricum

a) Budaer Berge, Hársbokor-Berg. Der ungefähr 80 Jahre alte Wald liegt am steilen NO-Abhang. Das Grundgestein besteht aus Dachsteinkalk. Der Boden gehört der Rendzina an. Die Kronenschicht bildet in überwiegendem Teil die Linde *(Tilia)*, in kleinerem Teil die Esche *(Fraxinus excelsior)*. Unter dem Fallaub finden sich in geringer Menge auch Eichenblätter, die vom Berggipfel hingefegt wurden. Strauchschicht befand sich keine an der untersuchten Stelle. Im Frühjahr zeigt der Wald einen hochentwickelten geophytischen Aspekt, in dem *Corydalis cava* dominiert. Die Fallaubdecke ist nicht zusammenhängend.
b) Bükk-Gebirge, Hosszúbérc. Der Bestand nimmt den Berggipfel bzw. das Bergdach ein, ist ungefähr 80 Jahre alt. Felsen und größere Steine kommen in großer Zahl an der Oberfläche vor. Die Kronenschicht bilden zum größten Teil Eschen *(Fraxinus excelsior)*, der kleinere Teil besteht aus Sommerlinden *(Tilia platyphyllos)* und aus Bergahornen *(Acer pseudo-platanus)*. Im Fallaub befinden sich auch einige hingewehte Buchenblätter. In der Strauchschicht waren auf der Aufnahmestelle Kornelkirschensträuche *(Cornus mas)* zu finden. Die Rasenschicht war entwickelt und reich an *Poa nemoralis*. Die Fallaubdecke ist anscheinend nicht gleichmäßig, stellenweise bleibt sie stecken, an anderen Stellen erodiert das Fallaub.

Querceto-Luzuletum

Pilis-Gebirge, Bölcső-Berg. Ungefähr 60 Jahre alter Niederwald, der sich in SW-Richtung hinzieht. Das Grundgestein besteht aus Andesittuff. Die Kronenschicht besteht auf der Aufnahmestelle bloß aus Eichen. Geringer Kronen-

schluß. Die Oberfläche des Bodens ist bankig, reich an Moosschicht und mit einem stellenweise zusammenhängenden, an anderen Stellen in Büscheln stehenden *Luzula albida*-Rassen. Das Fallaub ist sichtlich nicht gleichmäßig verteilt, bleibt eher oben an den Bänken, in Vertiefungen erhalten, anderswo wird es auf dem ziemlich steilen Abhang vom Wind und Wasser weggetragen.

Querceto-Potentilletum albae

Budaer Berge, Hársbokor-Berg. Ein etwa 80 Jahre alter Waldbestand, der sich am Bergfuß an dem nordöstlichen, sanften Abhang in Streifen angesiedelt hat. Das Grundgestein besteht aus Dachsteinkalk. Die Kronenschicht bilden Eiche und Zerreiche. Die Strauchschicht ist ziemlich gut entwickelt, es befinden sich darin zahlreiche Rote Hartriegel *(Cornus sanguinea)* und viele Blumeneschen *(Fraxinus ornus)*. Letztere kommen eher an offenen Stellen vor. Der Unterwuchs ist spärlich, die Fallaubdecke anscheinend gleichmäßig.

Querceto-Lithospermetum

a) Pilis-Gebirge, Bölcső-Berg. Ein ungefähr 80 Jahre alter Wald. Liegt in SW-Exposition, unmittelbar unter dem Berggipfel, auf einem sanften Abhang. Das Grundgestein bildet Andesittuff. Er ist leicht gefemelt, mit verhältnismäßig geringem Kronenschluß. Die Kronenschicht bildet an der Aufnahmestelle bloß die Eiche. In der Strauchschicht herrscht *Cornus mas* vor. Die Rasenschicht ist ziemlich üppig.

b) Vértes-Gebirge, Umgebung von Szár. Erstreckt sich unweit von der Ortschaft nach NO. Der Waldbestand liegt an einem sanften Abhang und ist etwa 80 Jahre alt. Das Grundgestein besteht aus Kalkstein. Die Kronenschicht bilden an der untersuchten Stelle Eichen und einzeln anzutreffende Blumeneschen *(Fraxinus ornus)*. Die Strauchschicht ist reich, am häufigsten kommen Kornelkirsche *(Cornus mas)*, Roter Hartriegel *(Cornus sanguinea)* und Warziges Pfaffenhütchen *(Evonymus verrucosus)* vor. Die Rasenschicht ist üppig. Das Fallaub scheint ziemlich gleichmäßig verteilt zu sein.

c) Budaer Berge, Vadaskert. Der ungefähr 70 Jahre alte Wald liegt an einem sanften SW-Abhang. Das Grundgestein besteht aus Kalkstein. Die Kronenschicht bildet auf der Aufnahmestelle nur die Eiche, an anderen Stellen kommen darunter auch einige Feldahorne *(Acer campestre)* und Blumeneschen *(Fraxinus ornus)* vor. Die Strauchschicht ist stark entwickelt, es dominieren darin der Rote Hartriegel *(Cornus sanguinea)* und der Eingriffelige Weißdorn *(Crataegus monogyna)*. Der Unterwuchs ist sehr gering, die Fallaubdecke zusammenhängend.

d) Budaer Berge, Hársbokor-Berg. Der an dem sanften, nordöstlichen Abhang antreffbare Waldbestand ist ungefähr 80 Jahre alt. Das Grundgestein besteht aus Dachsteinkalk. In der Kronenschicht gibt es nur Eichen. Die Strauchschicht ist sehr üppig. Es herrschen in ihr *Cornus mas* und *Cornus sanguinea* vor. Der Unterwuchs ist gering. Den Boden bedeckt eine zusammenhängende Fallaubdecke.

Querceto-Cotinetum

Budaer Berge, Hársbokor-Berg. Ein 80—90 Jahre alter, sich an das Plateau angesiedelter Wald. Das Grundgestein besteht aus Dachsteinkalk. In der Kronenschicht findet sich in vorwiegender Menge Flaumeiche *(Quercus pubescens)*, doch kommen darin in geringer Anzahl auch Blumeneschen *(Fraxinus ornus)* vor. Die Strauchschicht ist stark entwickelt und reich an *Cornus sanguinea, Crataegus monogyna* und auf freien Stellen an Weichselkirsche *(Prunus mahaleb)*. In geschlossenen Flecken ist der Unterwuchs gering. Der Waldbestand ist nicht zusammenhägend. Kleine Waldflecke (Baumgruppen) bilden mit Steppenwiesen einen Mosaikkomplex.

Querceto-Ulmetum

Umgebung von Ócsa, Mádencia-Wald. Ein sich an Moorboden angesiedelter, etwa 70 Jahre alter Bestand. Die Kronenschicht bilden *Fraxinus oxycarpa,* Stieleiche *(Quercus robur)* und einige Schwarzerlen *(Alnus glutinosa)*. In der Strauchschicht finden sich in großer Zahl Schwarze Holunder *(Sambucus nigra)*. Der Unterwuchs ist ziemlich üppig. Bei hohem Grundwasserstand werden die tiefer gelegenen Stellen zeitweise überschwemmt. Im Fallaub haben den höchsten Prozentsatz Eichenblätter erreicht.

Fraxineto oxycarpae—Alnetum hungaricum

Umgebung von Ócsa. Nagyerdő. An Moorboden sich angesiedelter, etwa 90 Jahre alter Waldbestand. Die Kronenschicht bilden überwiegend Schwarzerle *(Alnus glutinosa)*, in kleinerem Masse *Fraxinus oxycarpa*. Stellenweise besteht die Strauchschicht aus *Sambucus nigra*. Im Unterwuchs, das auf einigen Stellen fehlt, herrscht an mehreren Stellen *Urtica dioica* vor. Vom späten Herbst bis April sind Flecke überschwemmt.

Angebauter Bestand von Robinia pseudoacacia

a) Umgebung von Ócsa. Der Anbau erfolgte ungefähr vor 30 Jahren auf Sandboden. Die Kronenschicht besteht lediglich aus Robinien. Ist ohne Strauchschicht. Im Unterwuchs herrscht *Bromus tectorum* vor. Die Fallaubbruchstücke, die den Boden in ziemlich dicker Schicht bedeckten, waren tiefer stark mit Sand vermengt.

b) Umgebung von Tápiószecső. Ungefähr vor 50 Jahren auf Sandboden angebauter Wald. Die Kronenschicht bilden ausschließlich Robinien. Der Wind trägt aus dem benachbarten Anbau wenige Pappelblätter auf dieses Gebiet. In der Strauchschnicht befinden sich einige *Sambucus nigra*-Exemplare, andere Sträucher sind im Walde nicht anzutreffen. Der Unterwuchs ist besonders gering, besteht vor allem aus Bromus tectorum.

Angebauter Bestand von Picea excelsa

Bükk-Gebirge, Jávorkút. Ein ungefähr 80 Jahre alter Flachlandbestand südöstlich von Jávorkút. Hat keine Strauchschicht. Der Unterwuchs ist besonders gering, von *nudum*-Charakter. Die Fallaubdecke ist dem Anschein nach ziemlich gleichmäßig.

Angebauter Bestand von Pinus nigra

Budaer Berge, Hármashatár-Berg. Der untersuchte Bestand befindet sich an der linken Seite der Autostraße des Hármashatár-Berg, am Ende des angebauten Geländes. Der Hang fällt sanft ab. Ein ungefähr 60 Jahre alter Wald. Das Grundgestein besteht aus Kalkstein. In der Kronenschicht kommen neben *Pinus nigra* in großer Zahl Blumeneschen *(Fraxinus ornus)* vor und sind auch in der Strauchschicht anzutreffen. An der Aufnahmestelle war der Unterwuchs von *nudum*-Charakter und von einer zusammenhängenden Fallaubdecke dickbedeckt.

Untersuchungsergebnisse

Die Gewichtsangaben des Fallaubes in den untersuchten Wäldern sind in Tab. 1 und 2 ersichtlich. Die Angaben — bei welchen keine hierauf bezügliche andere Bezeichnung steht — errechnete ich aus dem Mittelwert des Gewichtes von je 10 Fallaubproben. Mit der Bezeichnung „Frisches Fallaub" habe ich das zuletzt gefallene Laub versehen, „Altes Fallaub" zeigt hingegen das ältere Fallaub an; „Bruchstück" benannte ich das durch das Sieb von 3×3 mm Maschenweite durchgefallene, jedoch auf dem von 2×2 mm Maschenweite zurückgebliebene Fallaub. Im Falle von Nadelwäldern bezeichne ich mit „Frisches Fallaub" die unbeschädigten Nadeln der oberen Schicht, mit „Altes Fallaub" das Nadelbruchstück.

Auf Grund der beiliegenden Tabellen kann vor allem festgestellt werden, daß die untersuchten Wälder aus der Kronen- und Strauchschicht je Hektar eine Fallaubmenge zwischen 760 und 3160 kg dem Boden zukommen lassen. Diese Menge ist geringer als auf Grund der Angaben im Fachschrifttum zu rechnen wäre. Nach der Schätzung der Fachleute beläuft sich das auf eine gleich große Fläche abfallende Laub auf 30—40 Meterzentner in den durchschnittlichen Wäldern. In diesem Sinne schreibt z. B. auch Kühnelt (1950). Ponomarewa (1952) stellte die jährlich abgefallene Laubmenge in dem Eichenwald, wo sie ihre Versuche durchgeführt hatte, pro Hektar in 3380 kg fest. Auf der Waldsteppe mit Szik-Flecken, war hingegen das jahrlich abgefallene Laub — wie es Mina (1954) fand — nicht mehr als 2246 kg/ha. In ungarischer Relation sind die Mitteilungen von Fehér (1942) und Varga (1954) zu erwähnen. Fehér zog nicht nur das abgefallene Laub in Betracht, sondern auch die Menge der abgefallenen Äste und der über dem Boden abgestorbenen Teile des Unterwuchses und seiner Wurzeln. Diese betragen seiner Meinung nach im allgemeinen jährlich zusammen je Hektar 74 Meterzentner und erreichen auch in ärmlich bewachsenen, lichteren Wäldern eine Menge von 40—50 Meterzentner. Daraus läßt sich darauf schliessen, daß neben dem Fallaubertrag der Strauch- und Kronenschicht die auf den Boden gelangenden sonstigen organischen Stoffe eine beträchtliche Menge ausmachen. Neulich befasste sich eingehend Járó (1958) mit den quantitativen Verhältnissen des Fallaubes in den Wäldern. Seine Angaben sind — im Hinblick darauf, daß sich seine Gewichtswerte auf lufttrockenes Gewicht beziehen — ebenfalls höher als die von mir mitgeteilten.

Hier möchte ich mich nicht mit der Auseinandersetzung der Unterschiede befassen, die zwischen meinen Gewichtsdaten und denen des Fachschrifttums bestehen, doch muß ich mich als eine auf den Gewichtsunterschied eventuell auswirkende Möglichkeit berufen, daß man das auf dem Boden bereits längere

Tabelle 3

Waldbestand	Um das Wievielfache ist von 10 Proben die große schwerer als die kleinste bei frischem Fallaub	Um das Wievielfache ist von 10 Proben die große schwerer als die kleinste bei altem Fallaub
Fagetum silvaticae hung. asperuletosum, Szoplak	2,6	2,3
Fagetum silvaticae hung. asperuletosum, Kis Szoplak	2,4	2,2
Fagetum silvaticae subcarp. asperuletosum, Hosszúbérc	20,2	2,1
Fagetum silvaticae subcarp. mercurialetosum, Hosszúbérc	1,4	1,7
Fagetum silvaticae subcarp. caricetosum pilosae, Nagykőris	1,7	1,4
Fagetum silvaticae hung. melicetosum, Kis Szoplak	2,1	1,7
Fagetum silvaticae subcarp. melicetosum, Hosszúbérc	1,8	1,9
Querceto carpinetum nudum, Bölcső-Berg	2,9	26,8
Tilio-Fraxinetum matricum, Hársbokor-Berg	3,0	2,7
Tilio-Fraxinetum matricum, Hosszúbérc	1,8	2,6
Querceto-Luzuletum, Bölcső-Berg	3,6	3,0
Querceto-Potentilletum albae, Hársbokor-Berg (1954)	1,6	2,1
Querceto-Lithospermetum, Bölcső-Berg	2,8	5,5
Querceto-Lithospermetum, Umgebung von Szár	1,7	2,0
Querceto-Lithospermetum, Vadaskert	2,3	2,7
Querceto-Lithospermetum, Hársbokor-Berg	2,0	1,9
Querceto-Cotinetum, Hársbokor-Berg	2,1	2,1
Querceto-Ulmetum, Umgebung von Ócsa	2,2	2,8
Fraxineto-oxicarpae-Alnetum hung., Umgebung von Ócsa	2,0	4,2
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Ócsa	2,0	5,6
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Tápiószecső	2,2	2,1
Gepflanzter *Picea excelsa*-Bestand, Jávorkút	1,4 *	1,3 *
Gepflanzter *Pinus nigra*-Bestand, Hármashatár-Berg	2,6	1,8
Querc.-Pot. albae, Hársbokor-Berg (1952), neues und altes Fallaub zusammen.	3,7 **	

* Auf Grund von 4 Proben, ** auf Grund von 20 Proben

Zeit liegende Fallaub von den anhaftenden mineralischen Teilchen nicht leicht befreien kann, durch diese Verunreinigungen wird jedoch das Gewicht des Fallaubes in überaus hohem Masse erhöht.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß zwischen der Holzproduktion der Wälder und dem Fallaubertrag im allgemeinen ein enger Zusammenhang besteht. Von einem solchen Zusammenhang machen EBENMAYER (zitiert bei AALTONEN, 1948) und JÁRÓ (1958) Erwähnung. Laut diesen kommt die Menge der Fallaubproduktion der Wälder meist fast gleich der jährlichen Gewichtszunahme der Bäume. Auf Grund meiner eigenen Beobachtungen muß ich die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß wenn zwischen dem auf dem Boden liegenden Fallaub und der Holzproduktion Zusammenhänge gesucht werden, so begegnen wir zahlreichen Ausnahmen. Wohl ist der Laubabwurf des letzten Jahres z. B. der in die schwache (IV—VI.) Standortsklassen eingereihten (MAGYAR, 1933; ZÓLYOMI—JAKUCS—BARÁTH—HORÁNSZKY, 1954) Tilio-Fraxinetum-Wäldern gering, oder wäre auch das Gewicht der frischen Fallaubmenge, die den Boden des der VI. Standortsklasse zugewiesenen Querceto-Cotinetum-Waldes bedecken, für wenig zu bezeichnen, wenn ich die Aufnahmen nicht nur auf den mit Bäumen bewachsenen Teilen durchgeführt hätte, — doch sind ähnliche Zusammenhänge in den untersuchten Buchenwäldern bereits kaum festzustellen.

Das Fallaub der der I—II. Standortsklasse angehörenden Fagetum silvaticae asperuletosum und Fagetum silvaticae caricetosum pilosae-Wälder erwies sich an den untersuchten Stellen für verhältnismäßig ärmlich; im Gegensatz zu dem fand ich das Fallaub des Fagetum silvaticae mercurialetosum-Waldes um vieles reichlicher, obwohl dieser Wald nur in die II.—III. Standortsklasse eingereiht wurde. Der Grund dieses scheinbaren Widerspruchs kann in erster Linie darin gesucht werden, daß das Fallaub vielfach nicht auf der Stelle des Laubabwurfes verbleibt, sondern von den Erosionskräften von dort weitergefördert wird. Der Wind und das abfließende Wasser sind von diesem Gesichtspunkt ausschlaggebend, da bereits zur Zeit des Fallaubes eine beträchtliche Menge von Blättern von stärkeren Stürmen verweht werden können. Je steiler der Abhang ist auf den sich der Bestand angesiedelt hat, desto größer ist selbstredend auch die Gefahr der Verwehung. Im Verbleiben des Fallaubes und in der Festhaltung des Bodens kommt hingegen dem Unterwuchs eine entscheidende Bedeutung zu. In dem Fagetum silvaticae mercurialetosum-Wald am Hosszúbérc, der sich an einem steilen Hang ansiedelte, durfte wahrscheinlich deshalb so auffallend viel Fallaub zurückgeblieben sein, weil der Unterwuchs, die Stengel von *Mercurialis perennis* und *Aegopodium podagraria* sich dadurch auszeichnen, daß sie das Fallaub zurückhalten. Einer ganz anderen Lage stehen wir gegenüber z. B. in den Querceto-Lusuletum-Wäldern. Diese Wälder kann der Wind infolge des geringen Kronenschlusses ungehindert durchwehen. Der gewöhnlich ziemlich steile Boden mit spärlichem Unterwuchs ist zur gleichen Zeit nicht imstande das Fallaub festzuhalten und wird vom Wind und Wasser fortgetragen. Deshalb ist die Fallaubdecke der in Rede stehenden Wälder gewöhnlich sehr dünn. Solchen Verhältnissen begegnen wir auch im Falle des Querceto-Lusuletum-Walde am Bölcső-Berg. Hier muß auch in Betracht gezogen werden, daß es an zahlreichen Stellen des Waldes sich überhaupt kein Fallaub befindet. Hätte ich auch von solchen Stellen Proben aufgenommen, so würde die Menge des auf die Gebietseinheit errechneten Fallaubes noch weniger ergeben.

In Erwägung, daß das Fallaub eine äußerst wichtige Nährstoffquelle der Wälder ist und daß es auch gegen Bodenabtragung Schutz bietet, sind fallaubreiche und fallaubarme Wälder offenkundig verschieden zu bewerten. Wenn sich in der Gegenwart in der Zusammensetzung der Vegetation oder im Wachstum der Bäume zwischen beiden vielleicht auch kein augenfälliger Unterschied zeigt, wird sich die Zukunft, die Sukzession der Wälder, deren Fallaubvorrat abweichend ist, ganz bestimmt verschiedenerweise gestalten. Deshalb wäre es erforderlich in der Charakterisierung und Auswertung der Wälder sowohl von theoretisch-wissenschaftlichem als auch von forstwissenschaftlichem Gesichtspunkt die quantitativen und qualitativen Verhältnisse der Fallaubdecke zukünftig in erhöhterem Masse zu verfolgen.

Aus Tab. 3 ist ersichtlich, daß von dem aus verschiedenen Wäldern aufgenommenen und als „frisch" und „alt" bezeichneten Fallaubproben das Wievielfache die größte Probe der kleinsten war. Die Gleichmäßigkeit der Fallaubdecke — auf die sich aus den Angaben schließen lässt — hängt zweifellos in erster Linie ebenfalls von den Erosionsverhältnissen und der Gestaltung der Bodenoberfläche ab. Dies ist von mehreren Angaben der Tabelle bewiesen. So ist die Fallaubdecke in dem Querceto-Lusuletum-Wald am Bölcső-Berg ungleichmäßig, wie es auf Grund des von diesem Wald weiter oben Gesagten auch zu erwarten war. Eine ähnliche Feststellung kann auch in bezug auf den Tilio-Fraxinetum-Wald am Hársbokor-Berg gemacht werden. Dieser Wald hat sich auf einem steilen Hang angesiedelt und in der Richtung der Wasserläufe ist das Fallaub in ganz geringer, auf den geschützten Teilen indessen in wesentlich höherer Zahl zu finden. Am Hosszúbérc ist in dem Tilio-Fraxinetum-Wald, der sich am Berggipfel auf einer ebenen Fläche angesiedelt hat, das Fallaub viel gleichmäßiger verteilt, als bei dem vorherigen. Die starke Ungleichmäßigkeit der Fallaubdecke des Querceto-Carpinetum-Waldes am Bölcső-Berg läßt sich damit erklären, daß der Unterwuchs hier fast völlig fehlt. Die starke Schwankung in der Dicke der aus früherem Laubfall stammenden Fallaubdecke der Robinienwälder in der Umgebung von Ócsa ist dadurch entstanden, daß die an der Bodenoberfläche findbaren kleineren Gruben, Vertiefungen, die vielleicht von Tieren herstammen, der Wind mit Fallaub anfüllt.

Während der 3 jährigen Beobachtung in dem Querceto-Potentilletum albae-Wald des Hársbokor-Berg zeigte die auf die Flächeneinheit berechnete Menge des Fallaubes eine entschieden ansteigende Tendenz. Laut Tab. 1 war die Gesamtmenge des Fallaubes im Jahre 1952 3899 kg/ha. Diesen Wert erhielt ich auf Grund der durch ein Sieb von 5×5 mm Maschenweite durchgesiebten Proben. Hätte ich hierzu ein 3×3 mm Sieb verwendet, würde sich diese Zahl höchstens auf 4500 erhöhen. Dem gegenüber wies ich im Jahre 1954 bereits 5926 kg Fallaub pro Hektar nach.

Im Frühjahr 1953 wog das Gewicht des frischen Fallaubes 2374 kg/ha, ein Jahr später war es 3160 kg. Annehmbar ergibt sich in der Menge der Fallaubdecke eine derartige jährliche Veränderung auch in anderen Wäldern, ja kann die Erscheinung von allgemeiner Geltung sein. Dies hat sicherlich verschiedene Gründe. Die fallaubbewegende Tätigkeit des Windes und des Wassers ist auch in dieser Hinsicht bedeutend. Die Niederschlagsverhältnisse — wie wir dies auch im weiteren sehen werden — beeinflussen die Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes in wesentlichem Masse. Nebenbei scheint es für wahrscheinlich, daß der Ertrag der Blätter sich jährlich auch dann ändert, wenn die

natürliche Entwicklung, der Wachstum der perennierenden Pflanzen nicht berücksichtigt wird. In der Gestaltung des Blätterertrages kann eine wichtige Rolle den Forstschädlingen zukommen. Ich konnte eben in dem in Rede stehenden Wald beobachten, daß verschiedene Raupen *(Erannis defoliaria, Lymantria dispar, Tortrix viridana)* einen auffallend großen Teil des Laubwerkes abnagen.

Die auf und in dem Boden der Wälder vor sich gehenden physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse können von der Dicke der Fallaubdecke weitgehend beeinflußt werden. Deshalb ist es von besonders großer Wichtigkeit, daß neben der frischen Fallaubdecke der Wälder auch die quantitativen Verhältnisse des älteren Fallaubes einer eingehenderen Beobachtung unterzogen werden. Die Menge des älteren Fallaubes hängt außer dem Fallaubertrag und der Einwirkung der Erosionskräfte auch von der Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes ab. Dies unterliegt indessen wiederum der Wechselwirkung zahlreicher Faktoren. Nicht nur die Menge und die Qualität des Fallaubes wirkt auf die Gestaltung und Entwicklung des Bodens aus, sondern, wie dies aus dem Werk von WITTICH (1953) zu erfahren ist, modifiziert die Bodenqualität im Gegensatz zum vorherigen die Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes. JÁRÓ (1963) wies nach, daß in den Wäldern die Holzarten und Mischverhältnisse des Bestandes auf das Ausmaß des Fallaubabbaues von ausschlaggebender Wirkung sind. Wurde das Fallaub unter verschiedene Bestände gelegt, war der Zeitraum des Abbaues unterschiedlich.

Allgemein bekannt ist auch, daß die Abbauneigung der verschiedenen Fallaubblätter auch zufolge ihrer verschiedenen artspezifischen Eigenschaften unterschiedlich ist. Sehr leicht baut sich z. B. das Fallaub der Esche ab (VOLZ, 1962), als solches wird auch das der Erle angesehen (NÖMMIK, 1938; MIKOLA, 1954; NYKVIST, 1962; VOLZ, 1962). Laut der Untersuchungen von WITTICH (1939, 1943) in der Umgebung von Eberswalde und Chorin geht der Abbau des Fallaubes der Esche, Erle und Ulme im Laufe des Sommers nach dem Laubfall in so starkem Masse vor sich, daß im Herbst davon nur mehr wenig Reste,hauptsächlich die Blattaderung beobachtet werden kann. Einen viel langsameren Abbau nahm er wahr bei dem Fallaub der Linde, das im ersten Jahr nur eine geringe Veränderung durchmacht und der Abbau eigentlich erst im zweiten Jahr vonstatten geht. Eine noch längere Zeit beansprucht der Abbau des Fallaubes bei der Eiche, dem folgt in der Reihe die Buche. Die erste verschwindet im Frühjahr des dritten Jahres vom Boden, letztere im Sommer desselben Jahres. Der sich schwer desorganisierende Charakter des Fallaubes der Eiche geht auch aus den Feststellungen von VOLZ (1962) hervor. Wie er schreibt, ist in einem untersuchten Wald, wo sich im April bereits kaum mehr Fallaub von der Esche auf dem Boden befindet, ist das Eichenfallaub noch fast intakt, wird im wesentlichen bis zum Herbst des Jahres abgebaut. In den auf Moderboden gewachsenen Eichen-Weißbuchenwäldern wird das Fallaub nicht in einem Jahr abgebaut. Der langsame Abbau des Buchenfallaubes ist eine Tatsache, die auch LOSSAINT (1953, 1959), sowie EDWARDS-HEATL (1963) bestätigen. Zu dem gegenseitigen verhältnis, in welchem die Abbaugeschwindigkeit des Eichen- und des Buchenfallaubes zueinander stehen, kann zu den oben Gesagten noch hinzugefügt werden, was NYKVIST (1962) auch festgestellt hat: das erste wird in Gegenwart von Luft etwas rascher abgebaut, jedoch unter anaeroben Verhältnissen ist die Lage umgekehrt. Von den Fichtennadeln ist der langsame Abbau ebenfalls bekannt. (NYKVIST, 1962).

Tabelle 4

Waldbestand	Prozentwert des alten Fallaubes zum Gesammtgewicht des frischen + alten Fallaubes
Fagetum silvaticae hung. asperuletosum, Szoplak	42,35
Fagetum silvaticae hung. asperuletosum, Kis Szoplak	44,69
Fagetum silvaticae subcarp. asperuletosum, Hosszúbérc	53,35
Fagetum silvaticae subcarp. mercurialetosum, Hosszúbérc	46,69
Fagetum silvaticae subcarp. caricetosum pilosae, Nagykőris	60,45
Fagetum silvaticae hung. melicetosum, Kis Szoplak	50,36
Fagetum silvaticae subcarp. melicetosum, Hosszúbérc	41,46
Querceto-Carpinetum nudum, Bölcső-Berg	45,87
Tilio-Fraxinetum matricum, Hársbokor-Berg	39,86
Tilio-Fraxinetum matricum, Hosszúbérc	35,93
Querceto-Luzuletum, Bölcső-Berg	58,67
Querceto-Potentilletum albae, Hársbokor-Berg (1954)	46,67
Querceto-Lithospermetum, Bölcső-Berg	47,01
Querceto-Lithospermetum, Umgebung von Szár	46,83
Querceto-Lithospermetum, Vadaskert	52,40
Querceto-Lithospermetum, Hársbokor-Berg	53,60
Querceto-Cotinetum, Hársbokor-Berg	58,40
Querceto-Ulmetum, Umgebung von Ócsa	29,89
Fraxineto oxicarpae-Alnetum hung., Umgebung von Ócsa	10,19
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Ócsa	70,99
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Tápiószecső	61,64
Gepflanzter *Picea excelsa*-Bestand, Jávorkút	70,14*
Gepflanzter *Pinus nigra*-Bestand, Hármashatár-Berg	63,72

* Auf Grund von 4 Proben

Tabelle 5

Waldbestand	Prozentwert des alten +abbruchigen Fallaubes zum Gesamtgewicht des frischen+alten+abbruchigen Fallaubes
Fagetum silveticae subcarp. asperuletosum, Hosszúbérc	56,54
Querceto Lithospermetum, Hársbokor-Berg	56,90
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Ócsa	76,85
Gepflanzter Robinienbestand, Umgebung von Tápiószecső	69,98

Wie es aus dem oben Gesagten hervorgeht, verfügen wir bereits über geringe Kenntnisse in bezug der Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes. All dies ist jedoch noch allzu wenig um die Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes in den verschiedenen Wäldern im allgemeinen zu kennen. NYKVIST (1962) schreibt geradezu folgendermassen über diese Frage: «Unfortunately, the rate of total decomposition of the different litters is hitherto unknown.» Deshalb halte ich für einen glücklichen Umstand, daß man in den Wäldern aus dem Gewichtsverhältnis zwischen dem frisch gefallenen Laub und dem älteren Fallaub auf die Abbaugeschwindigkeit schließen kann.

Um die Abbaugeschwindigkeit der verschiedenen Fallaubblätter leichter beobachten zu können, errechnete ich hinsichtlich der untersuchten Wälder wieviel Prozent das alte Fallaub des frischen + alten Fallaubes bzw. das alte Fallaub + das Fallaubbruchstück des Gesamtgewichtes vom frischen + alten Fallaub + Fallaubbruchstück beträgt (siehe Tab. 4 und 5). Auf Grund dieser Tabellen kann festgestellt werden, daß die Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes auf den untersuchten Gebieten — und dem Anschein nach in den Wäldern Ungarns im allgemeinen — neben dem artspezifischen Charakter der Fallaubblätter, entschiedenst von den Feuchtigkeitsverhältnissen abhängig ist. (Eine gleich große Bedeutung mißt VAN DER DRIFT (1963) in ausländischer Beziehung der Feuchtigkeit als Abbaufaktor bei und setzt sie im Hinblick auf die Wichtigkeit vor die Temperatur.) Das Querceto-Luzuletum und das Querceto-Cotinetum sind Wälder von sehr trockenem Boden, in welchen die Abbauprozesse des Fallaubes sehr langsam vor sich gehen. (Das alte Fallaub beträgt einen hohen Prozentsatz im Vergleich zu dem Gesamtgewicht des frischen + alten Fallaubes.)

Ähnlichen Verhältnissen begegnen wir auch in den untersuchten Robinienwäldern. Auch bei diesen war der Boden auffallend trocken. Das Fallaub der Robinie ist stark zerbrechlich und bröckelig, wird jedoch in den hier besprochenen Wäldern schwer abgebaut; das Fallaub häuft sich stark an. Der Boden der untersuchten Robinienwälder war — obwohl sich keine beachtenswerte Humusbildung zeigte — dicht bedeckt von den ganz winzigen trockenen Fallaubbruchstücken. Dies begründete, dass ich hier neben der in den anderen Wäldern angewandten Meßtechnik auch die 2—3 mm großen

Fallaubteilchen abwog. Aus Tab. 2 ist ersichtlich, daß diese Bruchstücke zumindest so schwer waren, wie das gesamte alte Fallaub der anderen Wälder, wobei ich bemerken muß, daß die Menge der durch das 2×2 mm Sieb durchgefallenen Bruchstücke auch sehr beträchtlich war. Zum Vergleich habe ich auch mit dem Fallaub eines Eichen- und eines Buchenwaldes ähnliche Messungen, wie in den Robinienwäldern, vorgenommen und in diesen Wäldern machten die winzigen Bruchstücke etwa 1/6—1/4 jener der Robinienwälder aus.

Interessanterweise fand Wittich, daß das Robinienfallaub Deutschlands rasch abgebaut wird und in gleichem Sinne äußerte sich über diese Frage auch JÁRÓ (1958). Zur Klärung der verschiedenartigen Feststellungen sind — meines Erachtens — noch weitere Untersuchungen vonnöten.

Im Gegensatz zu dem sind in den untersuchten feuchtbödigen Wäldern beim Fallaub rasch verlaufende Abbauprozesse anzutreffen. Den feuchtesten Boden hatte der Fraxineto oxycarpae-Alnetum hung.-Wald in der Umgebung von Ócsa. Hier war — abgesehen von dem, vom letzten Laubfall stammenden Fallaub — ein anderes kaum zu finden. In der nach der Bodenfeuchtigkeit festgesetzten Reihenfolge nimmt ein Querceto-Ulmetum-Bestand gleichfalls in der Umgebung von Ócsa den zweiten Platz ein. Das Fallaub desorganisiert sich auch hier sehr rasch, dementgegen, daß sich darin ziemlich viel, sich schwer abbauende Eichenblätter befinden.

Die verbreitesten Eichen- und Buchenwaldtypen Ungarns stehen hinsichtlich der Feuchtigkeit zwischen den beiden Extremen. Die Abbaugeschwindigkeit des Fallaubvorrates bildet auch einen Übergang zwischen den vorangegangenen. Mit Ausnahme des Fagetum silvaticae caricetosum pilosae-Waldes am Hosszúbérc findet sich in diesen Wäldern laut der Angaben — abgesehen von den winzigen Bruchstücken — das ältere Fallaub im nahezu gleichen oder höchstens in einem etwas geringeren Gewicht, im Vergleich zu dem, das jährlich auf den Boden gelangt.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse beeinflußen aller Wahrscheinlichkeit nach auch aus zwei Grunden die Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes. Die größere Feuchtigkeit beschleunigt einerseits die Tätigkeit der Bakterien und Pilze, andrerseits fördert sie auch, daß sich die Wirkung der Fauna im Abbauprozeß des Fallaubes geltend macht. In feuchterem Milieu leben gewöhnlich mehr saprophage Tiere. VAN DER DRIFT (1950) wies nach, daß die Diplopoden von dem Fallaub mit höherem Wassergehalt mehr verbrauchen als von dem trockeneren.

Es ist lohnenswert zu beobachten, ob in den verschiedenen Wäldern zwischen der Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes und der Menge der dort auffindbaren saprophagen Diplopoden und Isopoden ein Zusammenhang besteht. Daraus läßt sich auf das Ausmaß der fallaubabbauenden Tätigkeit der erwähnten Tiere folgern. LOKSA führte in einem Teil der auch von mir untersuchten Wälder strukturzönologische Untersuchungen durch (LOKSA, in litt.). In dem Robinienwald bei Tápiószecső sammelte er das Fallaub von 15, anderswo von 10 Flächen mit je 25×25 cm Größe ein und arbeitete es vom Gesichtspunkt der Makrofauna auf; die darin befindlichen Tiere hat er bestimmt und abgezählt. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse errechnete er die Anzahl der auf einem m² des Waldes lebenden Tiere. In einigen Wäldern stellte er durch entsprechende Messungen auch das Gewicht (Produktion) der Fauna fest. Seine aus den Untersuchungsergebnissen auf die Diplopoden und Isopoden beziehenden Angaben war er so freundlich mir zu Verfügung zu stellen, die ich in Tab. 6 und 7 anführe.

Vergleichen wir die Angaben dieser Tabellen mit der Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes der entsprechenden Wälder, so läßt sich folgendes feststellen: In zwei Wäldern, in dem Fraxineto oxycarpae-Alnetum hung.-Wald der Umgebung von Ócsa und in dem Tilio-Fraxinetum-Wald am Hosszúbérc, wo der Abbau des Fallaubes rasch vor sich geht, ist auch der Boden reich an Diplopoden- und Isopoden-Fauna. Der rasche Abbau des Fallaubes in diesen Wäldern findet jedoch — wie bereits gesehen — auch in anderen Faktoren seine Erklärung. Deshalb kann die Rolle der in Rede stehenden saprophagen Fauna auf diesem Wege nicht unmittelbar beurteilt werden. Jedoch unter berücksichtigung dessen, daß insbesondere im ersten Wald in welch hoher Anzahl die untersuchten Organismen vorkommen und das Fallaub sich in auffallend kurzer Zeit desorganisiert, muß angenommen werden, daß dort der Fauna im Abbau eine besonders bedeutende Rolle zukommt.

Diese Erwägung unterstützen meine Beobachtungen, die ich in Kenntnis der quantitativen Verhältnisse des Nahrungsverbrauches der Tiere durchgeführt habe (Gere, 1962). Meines Erachtens verbrauchen die Diplopoden und Isopoden in diesem Wald selbst das Zweidrittel der aus der Strauch- und Kronenschicht auf den Boden gelangenden Fallaubblätter. Dunger (1958) schätzt in den ähnlich feuchten Auenwäldern besonders hoch die abbauende Rolle der Fauna.

In dem Tilio-Fraxinetum-Wald am Hosszúbérc leben in viel geringerer als im vorherigen, aber verhältnismäßig immerhin in großer Zahl Diplopoden und Isopoden. Die Bedeutung der Abbautätigkeit im Fallaub ändert sich wahrscheinlich — im Vergleich zu dem vorangehenden — gemäß ihrer Anzahl. — In den anderen, auch von Loksa untersuchten Wäldern können wir zwischen der Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes und der Anzahl der Diplopoden bzw. Isopoden keinen Zusammenhang finden. Dem Anschein nach ist daher die Menge des verbrauchten Fallaubes im überwiegenden Teil unserer Wälder geringer als daß die Unterschiede im Verbrauch, die sich durch die Zahl der Diplopoden und der Isopoden ergeben, durch die hier angewandte Methode nachweisbar wären. Damit steht im Einklang meine Feststellung (Gere, 1962), daß in dem Querceto-Potentilletum-Wald am Hársbokor-Berg die Diplopoden und Isopoden jährlich etwa 3—4% des aus der Strauch- und Kronenschicht gefallenen Laubfalls verzehren und es besteht die Wahrscheinlichkeit, daß in der Mehrheit unserer Wälder jährlich ebenfalls die gleiche oder eine um etwas größere Menge des Fallaubes in den Darmkanal dieser Tiere gelangt.

Zusammenfassung

Die Abhandlung gibt einen Überblick über die Gesamtmenge des Fallaubes 23 verschiedener Wälder Ungarns. Die Untersuchungen erstreckten sich auf die quantitativen Verhältnisse der aus der Strauch- und Kronenschicht stammenden Fallaubblätter. Es wurde festgestellt, daß in den untersuchten Wäldern aus den oben erwähnten beiden Schichten jährlich etwa 760—3160 kg Fallaubtrockenmaterial pro Hektar auf den Boden fällt. Die in einzelnen Wäldern gefundenen Fallaubmenge veranschaulicht (pro Hektar gerechnet, Tab. 1). Auffallend ist, daß der zwischen der Holzproduktion der Wälder und der dort vorfindbaren Fallaubmenge oftmals bestehende und allgemein bekannte Zusammenhang, auf Grund der Fallaubmenge am Boden oft nicht

zu erkennen war. Dies läßt sich in erster Linie damit erklären, daß das Fallaub das Wasser und der Wind von der ursprünglichen Stelle vielfach wegträgt. Die in einem der Wälder 3 Jahre lang durchgeführte Abwiegung des Fallaubes zeigt, daß der Fallaubertrag der Wälder in den einzelnen Jahren in beträchtlichem Masse verschieden sein kann. Die Feuchtigkeitsverhältnisse erwiesen sich hinsichtlich der Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes als ausschlaggebende Faktoren. In Ungarn wird das Fallaub in den Wäldern mit feuchtem Boden viel rascher abgebaut, als in denen mit trockenen Böden. In unserer sich weitest erstreckenden Eichen- und Buchenwäldern ist scheinbar das Gewicht des im Frühjahr frisch gefallenen Laubes im allgemeinen nahezu gleich dem des älteren Fallaubes. Die Einwirkung der Diplopoden und Isopoden auf die Abbaugeschwindigkeit des Fallaubes läßt sich in einzelnen Wäldern nachweisen. In der überwiegenden Zahl der Wälder ist jedoch der Verbrauch dieser Tiere geringer als daß man die Unterschiede, die sich nach der Anzahl der Tiere im Verbrauch ergeben mit Hilfe der angewandten Untersuchungsmethode feststellen könnte.

SCHRIFTTUM

1. AALTONEN, V. T.: *Boden und Wald.* Berlin, 1948.
2. VAN DER DRIFT, J.: *Analysis of the animal community in a beech forest floor.* Tijdschr. Ent., 94, 1950, p. 1—168.
3. VAN DER DRIFT, J.: *The disappearance of litter in mull and moor in connection with weatherconditions and the activity of the macrofauna.* In: Soil Organisms, edit. by J. DOEKSEN & J. VAN DER DRIFT, Amsterdam, 1963, p. 125—133.
4. DUNGER, W.: *Über Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Makrofauna im Auenwald.* Zool. Jahrb. Syst., 86, 1958, p. 139—180.
5. EDWARDS, C. A. & HEATH, G. W.: *The role of soil animals in breakdown of leaf material.* In: Soil Organisms, edit. by J. DOEKSEN & J. VAN DER DRIFT, Amsterdam, 1963, p. 76—84.
6. FEHÉR, D.: *Vizsgálatok az erdő szénsav-táplálkozásáról.* Erdészeti Kísérletek, 44, 1942, p. 1—15.
7. GERE, G.: *Nahrungsverbrauch der Diplopoden und Isopoden in Freilandsuntersuchungen.* Acta Zool. Hung., 8, 1962, p. 385—415.
8. JÁRÓ, Z.: *Alommennyiségek a magyar erdő egyes típusaiban. (Streumengen in der ungarischen Wäldern.)* Erdészettudományi Közlem., 1, 1958, p. 151—162.
9. JÁRÓ, Z.: *A lomb bomlása különböző állományok alatt. (Die Zersetzung der Streu unter verschiedenen Beständen.)* Erdészeti Kutatások, 1—2, 1963, p. 95—106.
10. KÜHNELT, W.: *Bodenbiologie.* Wien, 1950, pp. 368.
11. LOSSAINT, P.: *Influence de la composition chimique de litières forestières sur leur vitesse de la décomposition.* C. R. Acad. Sci. Paris, 236, 1953, p. 522—524.
12. LOSSAINT, P.: *Étude expérimentale de la mobilisation du fer des sols sous l'influence des litières forestières.* Thès. Fac. Sci. Univ. Strasbourg, 179, 1959, p. 1—107.
13. MAGYAR, P.: *Erdőtípusvizsgálatok a Börzsönyi és Bükk-hegységben.* Erdészeti Kísérletek, 35, 1933, p. 396—439.
14. MIKOLA, P.: *Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumisnopeudesta. Experiments on the rate of decomposition of forest litter.* Commun. Inst. for. Finl., 43, 1954. p. 1—50.
15. NÖMMIK, A.: *Über die Zersetzungsgeschwindkeit des gefallenen Laubes und der Koniferennadeln und über den Schwund einiger in ihren enthaltenen Elemente.* Bodenk. u. Pfl. Ernähr., 8, 1938, p. 77—100.
16. NYKVIST, N.: *Leaching and Decomposition of Litter. V. Experiments on Leaf Litter of Alnus glutinosa, Fagus silvatica and Quercus robur.* Oikos, 13, 1962, p. 232—248.

17. Пономарева С. И.: *Влияние жизнедеятельности дождевых червей на минерализацию остатков.* „Почвоведение", 8, 1952, p. 727—732.

18. Varga, L.: *A talaj állatvilága.* In: Fehér, D.: Talajbiológia. Budapest, 1954. p. 831—1009.

19. Volz, P.: *Beiträge zu einer pedozoologischen Standortslehre.* Pedobiologia, 1, 1962, p. 242—290.

20. Witkamp, M., & Van der Drift, J.: *Breakdown of Forest Litter in Relation to Environmental Factors.* Plant and Soil, 15, 1961, p. 295—311.

21. Wittich, W.: *Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand.* Forstarchiv, 5, 1939.

22. Wittich, W.: *Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand II.* Forstarchiv, 19, 1943, p. 1—18.

23. Wittich, W.: *Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit starker Regenwurmtätigkeit.* Schriftreich. Forst. Fak. Univ. Göttingen, 9, 1953, p. 1—33.

24. Zólyomi, B., Jakucs, P., Baráth, Z. & Horánszky, A.: *A bükkhegységi növényföldrajzi térképezés erdőgazdasági vonatkozású eredményei.* Az Erdő, 3, 4, 5, 1954, p. 77—82, 97—105, 160—171.

Artenname	Fagetum silvaticae hung. asperuletosum, Kis Szoplak			Fagetum silvaticae subcarp. asperuletosum, Hosszúbérc			Fagetum silvaticae subcarp. mercurialetosum, Hosszúbérc		
	14. 5. 1954			21. 6. 1954			22. 6. 1954		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Glomeris hexasticha				1,6		1,6		3,2	3,2
Gervaisia sp.							1,6		1,6
Chromatoiulus projectus								3,2	3,2
Cylindroiulus boleti									
Leptoiulus sp.									
Iulus scandinavicus	3,2		3,2						
Iulidae									
Leptophyllum nanum	16,0	36,8	52,8	49,6	188,8	238,4	41,6	260,8	302,4
Schizophyllum sabulosum									
Unciger foetidus									
Polydesmus complanatus									
Polydesmus sp.		8,0	8,0					4,8	4,8
Heteroporatia sp.	6,4		6,4						
Ascospermophora sp.					1,6	1,6			
Halleinosoma sp.									
Polyzonium germanicum					3,2	3,2			
Protracheoniscus amoenus	6,4	4,8	11,2						
Porcellium sp.				8,0	1,6	9,6	6,4	11,2	17,6
Porcellio sp.				1,6		1,6			
Trichoniscus sp.	1,6		1,6	17,6	6,4	24,0	3,2	3,2	6,4
Summa			83,2			280,0			339,2

1. = Zahl der adulten Individuen/m². 2. = Zahl der juvenilen Individuen/m². 3. = Gesamtindividuenzahl/m².

Tabelle 6

Waldbestand														
Fagetum silvaticae subcarp. caricetosum pilosae, Nagykőris			Fagetum silvaticae hung. melicetosum, Kis Szoplak			Fagetum silvaticae subcarp. melicetosum, Hosszúbérc			Tilio-Fraxinetum matricum, Hosszúbérc			Gepflanzter Picea excelsa-Bestand, Jávorkút		
Zeitpunkt der Probeentnahme:														
23. 6. 1954			14. 5. 1954			22. 6. 1954			22. 6. 1954			23. 6. 1954		
1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
							1,6	1,6					3,2	3,2
	3,2	3,2				3,2	9,6	12,8					3,2	3,2
			1,6		1,6									
			4,8		4,8									
										8,0	8,0			
22,4	102,4	124,8	12,8	32,0	44,8	32,0	232,0	264,0	163,2	902,4	1065,6	46,4	160,0	206,4
				1,6	1,6									
			1,6		1,6									
										1,6	1,6			
			16,0		16,0				9,6	24,0	33,6			
	9,6	9,6					4,8	4,8						
6,4	3,2	9,6				4,8	3,2	8,0						
	1,6	1,6												
25,6	9,6	35,2	1,6		1,6	4,8	11,2	16,0		4,8	4,8			
									1,6		1,6			
1,6	1,6	3,2												
		187,2			72,0			307,2			1115,2			212,8

Auf Grund der Untersuchungen von I. LOKSA.